Diseño de un Entorno Colaborativo Móvil para Apoyo al Aprendizaje a través de Dispositivos Móviles de Tercera Generación

Efraín Kantel, Gerardo Tovar, Arturo Serrano

Title—**Design of a Collaborative Mobile Environment to support Learning thorough 3G Mobile Devices.**

Abstract—**Student working groups or tasks forces established to comply with short term assignments or projects require a high level of communication and interactivity as well as a space or platform for collaborative work. The availability of 3G mobile technology provides broadband internet and voice connectivity allowing the access to content and tools in an immediate and ubiquitous fashion with the use of Smartphone and handheld devices. This paper describes the development of a mobile collaborative space that integrates the capabilities of 3G mobile devices for educational purposes.**

Index Terms—**Educational technology, collaborative work, mobile communications.**

I. Introducción

LA tecnología móvil ha mostrado un crecimiento tal que el número de usuario de telefonía móvil en el mundo asciende a los 5,000 millones de usuarios [1]. En el caso de México, datos de Junio de 2010 revelan que existen alrededor de 87 millones de usuarios de telefonía celular [2]. Este crecimiento ha traído consigo avances tecnológicos en redes y dispositivos desde la llamada primera generación analógica (1G) hasta la tercera y cuarta generaciones (3G y 4G). En la actualidad se cuenta con dispositivos avanzados, portátiles y de grandes capacidades tecnológicas conocidos como teléfonos inteligentes -denotados como *smartphones* en este trabajo- los cuales son altamente convergentes y multifuncionales [3][4].

Este trabajo ha sido apoyado por CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) para los estudios de maestría y por el programa PROMEP-SEP (Programa de Mejoramiento del Profesorado de la Secretaría de Educación Pública) para la obtención de los equipos y programas utilizados en el proyecto descrito en este trabajo. Manuscrito sometido a revisión en Mayo 17, 2010. Diseño de un Entorno Colaborativo Móvil (ECM) para el apoyo al aprendizaje a través de dispositivos móviles de tercera generación (3G).

E. Kantel y G. Tovar, becarios CONACYT en la Maestría en Tecnología de la Información y Comunicaciones en la Universidad Autónoma de Baja California, UABC (e-mail: ekantel@uabc.edu.mx; tovarg@uabc.edu.mx).

A. Serrano, Centro de Investigación Científica y Educación Superior Ensenada, CICESE, Dirección de Impulso a la Innovación y al Desarrollo, Carretera Ensenada-Tijuana, No.3918, Zona Playitas, Ensenada, Baja California, C.P. 22860, Tel: 52 646 1750515 (e-mail: serrano@cicese.mx).

DOI (Digital Object Identifier) Pendiente

La disponibilidad de tecnologías móviles avanzadas (3G y futuras), aunada al entendimiento de los aspectos de interactividad entre usuarios y la interacción usuario-dispositivo, incluyendo los elementos cognitivos involucrados, son componentes clave que propician el desarrollo e integración de herramientas colaborativas de apoyo al aprendizaje en forma móvil y ubicua.

Se han desarrollado diversas experiencias alrededor del mundo sobre la aplicación de la tecnología móvil en el entorno educativo [5][6][7]. Sin embargo, en la mayoría de los casos, las aplicaciones se centran en proyectos de apoyo al aprendizaje usando un solo modelo de dispositivo portátil. En tales casos, se proporciona un dispositivo con conectividad ilimitada a cada estudiante participante en la experiencia para evaluar la efectividad de las herramientas desarrolladas, lo que a juicio de los autores no corresponde a un entorno real en el que los estudiantes cuentan con diferentes modelos, marcas, sistemas operativos, navegadores y capacidades de almacenamiento y procesamiento. Además, un entorno real debe considerar estudiantes con sus propios dispositivos y con las tarifas y planes que los proveedores de tecnología 3G ofrecen.

Considerando lo anterior, en este trabajo se describen los elementos claves del diseño y desarrollo de un Entorno Colaborativo Móvil (ECM) que aprovecha las ventajas de las tecnologías inalámbricas emergentes en conjunto con las experiencias ganadas en el conocimiento de los aspectos pedagógicos y sociales involucrados en el aprendizaje móvil o *m-learning* [8][9][10]. En la sección II de este trabajo se describen los elementos de diseño y el marco de referencia utilizado para la definición de las aplicaciones que se alojarán en el ECM. La sección III describe los aspectos involucrados en el desarrollo de las aplicaciones con base en la arquitectura cliente-servidor seleccionada. La sección IV incluye discusión y evaluación preliminar sobre los resultados obtenidos de acuerdo con la experiencia del trabajo colaborativo desarrollado en la prueba del ECM. Finalmente las secciones V y VI presentan respectivamente en forma breve las conclusiones y aspectos de trabajo futuro considerado para esta investigación.

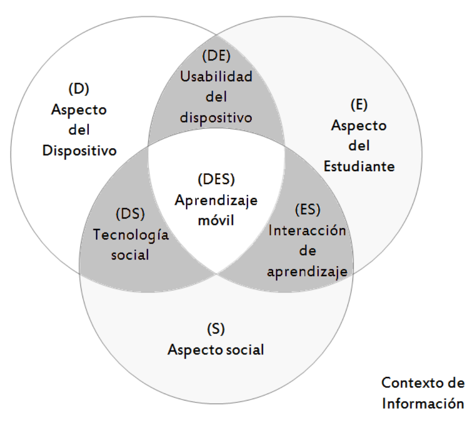


Fig. 1. Modelo FRAME

II. Diseño del ECM

El diseño del ECM se basa en el modelo FRAME (Framework for the Rational Analysis of Mobile Education) [11]. En este modelo convergen las tecnologías móviles, las capacidades del aprendizaje humano, y los aspectos de la interacción social, los cuales son los elementos que fundamentan el diseño del ECM (ver Figura 1).

El ECM es una herramienta de colaboración que toma en cuenta los cambios de cultura en el proceso enseñanza aprendizaje que la convergencia de las tecnologías móviles y el cómputo ubicuo han producido en la educación superior. En este contexto, los jóvenes universitarios muestran una tendencia y disposición natural a la adopción tecnológica e integración de equipos portátiles de cómputo tales como *laptops* y *smartphones* en su proceso de aprendizaje. Por esta razón, el diseño del ECM se centra en aprovechar la familiarización e inclinación de estos "nativos digitales" al uso de redes sociales en su interacción social y extrapolar esas experiencias a un contexto educacional [12]. El objetivo del ECM es brindar apoyo a grupos estudiantiles universitarios en la realización de tareas a corto plazo que requieren de alta interactividad y comunicación. Nuestro diseño provee a los grupos de trabajo estudiantiles de un espacio virtual que propicia la colaboración y comunicación en forma móvil y ubicua mediante *smartphones* con conectividad 3G.

A. Conformación de los grupos de trabajo

El ECM contempla alojar diferentes grupos estudiantiles independientes en forma simultánea, cada grupo de trabajo tiene su propio espacio el cual contiene la información pertinente para la colaboración de dicho grupo dependiendo del tema específico a desarrollar.

El ECM está definido para la operación e interacción de grupos de trabajo reducidos, no mayores a cinco participantes, para facilitar el flujo y el despliegue visual de información en los *smartphones*. La formación de los grupos de trabajo se lleva a cabo en una reunión presencial en donde el maestro o facilitador del curso define los temas y duración de los proyectos. En dicha reunión se definen los roles y responsabilidades individuales de cada uno de los miembros del grupo y se nombra a los respectivos líderes de proyecto, cuya labor consiste en coordinar y monitorear los avances de su grupo.

El ECM está alojado en un servidor Web, que puede ser accedido mediante el navegador del *smartphone.* Cuando un miembro del grupo entra al ECM registra sus datos para crear una cuenta con la cual participará en el desarrollo del proyecto asignado a su grupo. A partir de este registro, la dinámica de interacción móvil y ubicua de los participantes queda habilitada y el desarrollo de las actividades de colaboración para el cumplimiento de las metas establecidas dependerá de los factores socioculturales, tecnológicos, de usabilidad y de su interrelación [10].

B. Módulos colaborativos del ECM

La Figura 2 muestra los módulos que conforman el ECM. Dichos módulos son definidos con base en las principales actividades sociales del Internauta mexicano [13]. El primer módulo considerado para el ECM se denomina "Progreso", especifica información acerca del proyecto a realizar, la cual incluye el tema, objetivos del proyecto, desglose de las actividades a realizar y un indicador gráfico para mostrar los avances. El siguiente módulo denominado "Avisos", despliega información relevante a las labores a realizar durante el desarrollo del trabajo. Los avisos pueden ser dirigidos a uno o más de los colaboradores y deben ser anuncios cortos y/o alertas que requieran de atención inmediata. El tercer módulo, denominado "Repositorio" contiene información pertinente a la investigación y compilación de información que requieren los integrantes del grupo para el desarrollo de su proyecto. Cada grupo forma su repositorio en forma independiente y solo es accesible a los miembros individuales de dicho grupo. El repositorio contiene información de texto, imágenes, y multimedios. En el cuarto módulo, "Chat", se brinda acceso a comunicación del grupo en tiempo real, donde los colaboradores pueden definir con mayor detalle la ejecución de su proyecto. El quinto módulo, "Convergencia*",* es un *Wiki* donde se documentan de forma conjunta las ideas individuales nutridas con base en la colaboración del grupo de trabajo. El sexto módulo, denominado "Contacto", contiene perfiles breves que resaltan y enlistan las habilidades de los colaboradores del grupo estudiantil, además contiene la información de correos electrónicos y números telefónicos donde los miembros se puedan localizar en caso de alguna urgencia. El último y séptimo módulo, "Ayuda", contiene el manual de usuario del ECM y un conjunto de preguntas frecuentes.

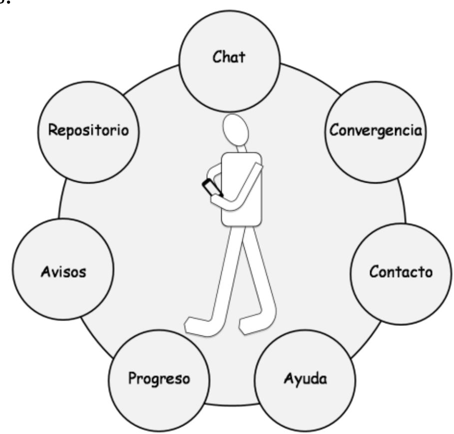


Fig. 2. Módulos del ECM

III. Desarrollo del ECM

Para la conformación del ECM se toman en cuenta tres aspectos clave: las características y funciones de los Smartphones (cliente), las capacidades y limitaciones de las redes celulares de última generación (conectividad) y la arquitectura web utilizada (servidor). Con estos tres aspectos se construye una plataforma que propicia la interacción estudiante-dispositivo-estudiante para el logro de una colaboración transparente y ubicua con base en el modelo FRAME [11].

A. Aspectos clave del ECM

El primer aspecto clave para el desarrollo del ECM es el permitir la interacción y comunicación de los estudiantes mediante cualquier dispositivo *smartphone* independientemente del tipo o modelo, sistema operativo y navegador con el que cuenten (ver Figura 3).

El segundo aspecto clave del ECM es la conectividad que ofrece la tecnología celular de tercera generación que permite al usuario obtener una conexión a Internet de forma rápida y transparente mediante *smartphones* que cuentan con dicha conectividad 3G. Esto se logra mediante la arquitectura basada en capas que describe la funcionalidad de las redes 3G a través de las funciones de transporte, control y aplicación (ver Figura 4) [14]. La capa de transporte maneja la información del usuario y los flujos de señalización, la capa de control aloja y gestiona los servicios y sus dominios, mientras que la capa de aplicación proporciona el ingreso a las plataformas mediante las cuales se accede a servicios tales como Internet.

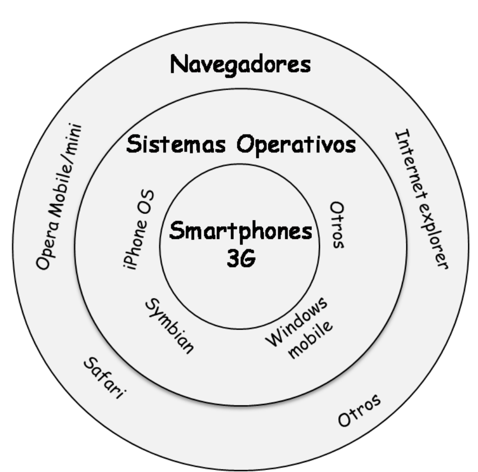


Fig. 3. Características genéricas de los *smartphones* con conectividad 3G

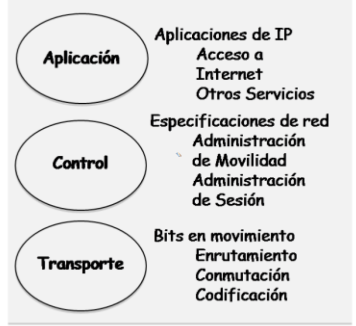


Fig. 4. Arquitectura abierta en capas de 3G

El tercer aspecto clave del ECM es la arquitectura del servidor web que integra los servicios de almacenamiento de materiales de apoyo al aprendizaje y las bases de datos que lo conforman. Esta arquitectura permite la operación y acceso al ECM sin necesidad de desarrollar aplicaciones específicas para cada tipo y modelo de *smartphone*. Con tal premisa se optó por implementar la arquitectura de referencia para un servidor *web* descrita en la Figura 5 [15]. En esta figura se describe el flujo de datos y dependencias entre subsistemas para responder a las peticiones del cliente mediante el procesamiento de dichas peticiones para brindarle acceso al ECM de forma transparente.

B. Transparencia de acceso

La implementación de una arquitectura de servidor web ofrece la flexibilidad de utilizar tecnologías disponibles tanto comerciales y de código abierto. Para el caso particular de este

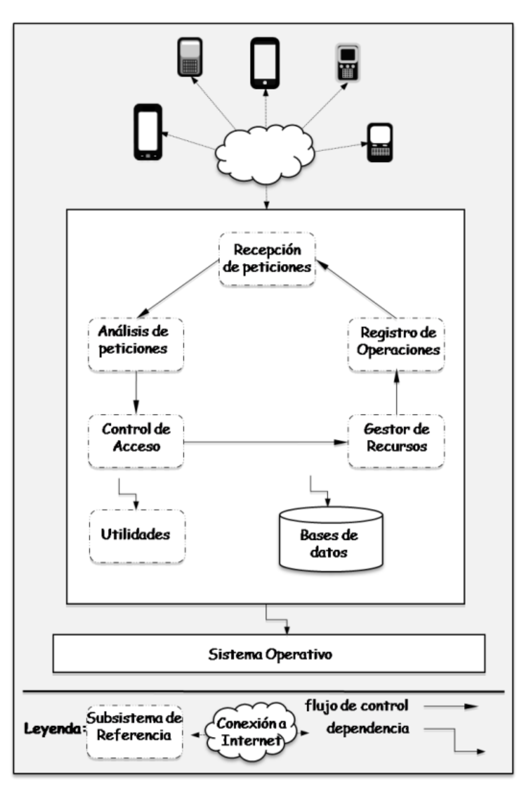


Fig. 5. Arquitectura de referencia para un servidor web

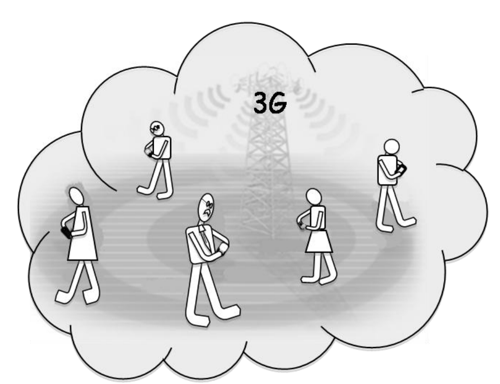


Fig. 6. Transparencia en la colaboración remota entre los miembros de un grupo de trabajo

trabajo, se optó por utilizar las de código abierto mediante la configuración de un servidor tipo LAMP (Linux, Apache, MySQL y PHP) lo que permite una operación del ECM en forma transparente. Esto debido a que el usuario solo interactúa con el cliente, es decir el *smartphone*.

En la Figura 6 se ilustra el entorno de colaboración de los miembros de un grupo estudiantil que acceden al ECM mediante *smartphones* con conectividad 3G. El desarrollo del ECM considera fundamental el nivel de interacción entre el individuo y el dispositivo portátil.

Para lograr buena experiencia de usuario en la colaboración, se toma en cuenta las capacidades y limitaciones de los *Smartphones*. Para ello, es clave el uso y desarrollo de aplicaciones que consideren la limitación de tamaño de pantalla y la capacidad de almacenamiento y procesamiento de los dispositivos móviles. El diseño de las pantallas a desplegarse en el *smartphone* y la definición de contenidos pertinentes son cruciales para que la interacción colaborativa entre los estudiantes sea al menor costo posible de acuerdo a los planes tarifarios y esquemas de pago de proveedores de telefonía celular.

IV. Evaluación del ECM

La Figura 7 muestra el diseño minimalista escogido para las pantallas del ECM en el *smartphone*. La Figura 8 corresponde a la pantalla de inicio y la Figura 9 corresponde a la estructura de los elementos que conforman el ECM.

La implementación preliminar del ECM se evaluó mediante el desarrollo de un ejercicio colaborativo relativo a la elaboración de un ensayo cuyo título fue “Un acercamiento al uso educativo de los dispositivos móviles 3G”. Este ejercicio se llevó a cabo en un periodo de una semana con la interacción y colaboración remota de 6 participantes, esto con el fin de explorar la limitación en el flujo de comunicación e interactividad usuario-dispositivo que es recomendable manejar en los *smartphones*.

En esta evaluación se consideraron 2 propósitos principales; el primero fue la utilización del Entorno Colaborativo Móvil (ECM) para conocer cómo los *smartphones* apoyan la interacción y colaboración de un grupo estudiantil en la realización de una tarea de forma remota. El otro propósito fue probar los aspectos operativos y técnicos en el enlace de comunicación cliente/servidor.



Fig. 7. Pantalla de Inicio del ECM



Fig. 8. Pantalla de Inicio de Sesión



Fig. 9. Elementos del ECM

De acuerdo al aprendizaje obtenido en el desarrollo de la tarea realizada por el grupo de trabajo, se presenta un resumen de las experiencias obtenidas en el proceso de utilización del ECM como herramienta de apoyo al aprendizaje:

1) Para cumplir con el entregable de la tarea en el periodo de una semana, fue necesario complementar el uso del *smartphone* con otros dispositivos portátiles, como computadoras tipo *laptop*, particularmente en lo que respecta a las labores individuales relativas a edición de texto, lectura y compilación de material para alojar en el repositorio. De esta forma, se pueden mitigar las principales limitaciones de tamaño de pantalla, capacidad de memoria, sistemas operativos y extrema diversidad de marcas y modelos.
2) Se observaron limitaciones importantes en cuanto a conectividad tipo 3G la cual no es homogénea en todos los lugares en cobertura y potencia. A esto se suma el alto costo de los paquetes tarifarios (relativo a la economía de los estudiantes) de los proveedores de servicio 3G lo cual limita la intensidad y frecuencia de las interacciones.
3) También hay que resaltar que los navegadores actuales, tanto *minibrowsers* como *fullbrowsers*, despliegan la información de forma diferente dependiendo del dispositivo en el que se encuentren funcionando. Por lo que

el usuario puede optar por la utilización del navegador de su preferencia disponible para su modelo de *smartphone.*

4) La fluidez en la interacción de los usuarios del ECM se vio afectada debido a que los seis usuarios miembros del grupo de trabajo interactuando de forma síncrona en el módulo "*Chat"* ocasionó que el despliegue de información limitara la capacidad de cada usuario para dar seguimiento al desarrollo de una conversación; esto debido a las reducidas dimensiones de pantalla de los diferentes dispositivos.
5) La disponibilidad de conectividad de 3G, proximidad e inmediatez de uso de los *smartphones* fue el aspecto clave en la interacción y comunicación de los usuarios para que el grupo de trabajo colaborara en la realización de la tarea.
6) El uso del *smartphone* en las labores de interacción y comunicación satisfizo los requerimientos de colaboración para el cumplimiento de la tarea asignada.
7) De acuerdo con la experiencia obtenida, se corrobora que el número de integrantes de cada grupo colaborativo debe ser reducido.

V. CONCLUSIÓN

La realización del ejercicio colaborativo seleccionado demostró que el *smartphone* es una plataforma de alta versatilidad y usabilidad que motiva la interacción entre el usuario y el dispositivo de una forma natural, familiar y ubicua. Esto permitió terminar el ensayo de manera exitosa en el tiempo definido para su elaboración.

El *smartphone* fue un elemento de apoyo para la interacción y comunicación del grupo de trabajo y constituyó una herramienta de gran utilidad para cumplir en tiempo y forma con los entregables definidos en la tarea asignada. Se observó la utilidad de contar con un entorno colaborativo que permitió a los estudiantes de forma ubicua llevar a cabo sus labores individuales y grupales. Cabe aclarar que el *smartphone* es solo una herramienta de apoyo a la colaboración.

Para incrementar y promover la utilización de *smartphones* en el entorno educativo es necesario considerar los costos, tanto de los dispositivos como de los planes tarifarios de las empresas proveedoras de conectividad 3G, ya que esto representa, de acuerdo a la opinión de los autores una de las mayores limitantes en la adopción y difusión del *m-learning* en un entorno real. Es por ello que la implementación del ECM se realizó tomando en cuenta una aproximación real a las condiciones del estudiante universitario. Por lo que el enfoque de este trabajo se centra en proporcionar una plataforma sencilla de trabajo colaborativo que cubra las necesidades de interacción a través de la web y así mismo motivar al estudiante a utilizar herramientas que apoyen su aprendizaje mediante el uso de *smartphones* con conectividad 3G. El enfoque propuesto es extrapolable a conformar Entornos Colaborativos Móviles en otros contextos sociales tales como salud, industria y seguridad.

VI. TRABAJO FUTURO

Para mejorar el Entorno Colaborativo Móvil se incorporarán resultados obtenidos de un instrumento de medición para la evaluación de la usabilidad de *smartphones* aplicado a estudiantes universitarios de primero y último semestre de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California, Campus Ensenada sobre adopción tecnológica de s*martphones* de nuevas generaciones en comparación a las salientes [16]. A la vez, se continuará evaluando la efectividad del ECM mediante el diseño de diversos experimentos que brinden servicio a grupos independientes de diferentes disciplinas trabajando simultáneamente para la colaboración en el desarrollo de sus tareas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el aporte y apoyo del Dr. Javier Organista Sandoval en la definición de los conceptos pedagógicos involucrados en el diseño y desarrollo del ECM, así mismo, se agradece a la Licenciada Noemí Castellanos por compartir sus resultados sobre la evaluación del uso de *smartphones* en la Universidad Autónoma de Baja California y al Ingeniero Jesús Enciso por su valiosa participación en la etapa de pruebas. Se reconoce el apoyo del CONACYT para la realización de los estudios de maestría de Efraín Kantel Escobedo y Gerardo Tovar Ramos.

REFERENCIAS

[1] Cinco Días, "Expansión de la telefonía móvil. El número de usuarios de móviles llega a 5.000 millones en el mundo," *cincodías.com,* Julio 2010. [En línea]. Disponible: http://www.cincodias.com/articulo/empresas/numero-usuarios-movil-llega-5000-millones-mundo/20100716cdscdiemp_4/cdsemp/

[2] Comisión Federal de Telecomunicaciones, "Telefonía Móvil Usuarios 1990-2010," *Comisión Federal de Telecomunicaciones,* Junio 2010. [En línea]. Disponible: http://www.cofetel.gob.mx/en/Cofetel_2008/Cofe_telefonia_movil_usuarios_1990__2007_mensual

[3] Asociación Mexicana de Internet, "Estudio de Infraestructura y Adopción de las TIC's por la Población en México," *Asociación Mexicana de Internet*, Marzo 2010. [En línea]. Disponible: http://www.amipci.org.mx/estudios/temp/EstudioInfraestructuraAMIPCIresumenejecutivofinal-0223316001269479996OB.pdf

[4] J. G. Rodríguez, C.O. Aguilar, V. A. Ruiz. "Redes de Banda Ancha de Nueva Generación," *Universidad Centroamericana José Simeón Cañas.* [En línea]. Disponible: http://ewh.ieee.org/r9/el_salvador/convetel/descargas/redes_banda_ancha_nueva_generacion.pdf

[5] S. Berger, R. Mohr, H. Nösekabel, K. J. Schäfer, "Mobile Collaboration Tool for University Education," *Proceedings of the Twelfth IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WETICE'03)*, pp. 77-78, 2003. [En línea]. Disponible: http://csdl.computer.org/comp/proceedings/wetice/2003/1963/00/19630077.pdf

[6] J. Brown, "Exploring Mobile Learning: Part One of the mLearning Series," *na.blackberry.com,* Abril 2009. [En línea]. Disponible: http://na.blackberry.com/eng/solutions/industry/education/WP_JudyBrown_Part1Long_HighRes_MobileLearning.pdf

[7] Abilene Christian University, "2008-09 Mobile-Learning Report," *Abilene Christian University,* 2009. [En línea]. Disponible: http://www.acu.edu/technology/mobilelearning/documents/ACU_Mobile_Learning_.pdf

[8] A. Kukulska-Hulme, "Mobile Usability in Educational Contexts: What have we learnt?," en *The International Review of Research in Open and Distance Learning,* Junio 2007, *8, (2).* [En línea]. Disponible: http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/356/879

[9] M.Sharples, "Learning As Conversation: Transforming Education in the Mobile Age," en *Conference on Seeing, Understanding, Learning in the Mobile Age,* 2005. [En línea]. Disponible:

http://www.eee.bham.ac.uk/sharplem/Papers/Theory%20of%20learning%20Budapest.pdf

[10] D. Álvarez, M. E. Schacther. "El teléfono móvil: una herramienta eficaz para el aprendizaje activo," *Current Developments in Technology-Assisted Education,* p. 23+, 2006. [En línea]. Disponible: http://www.formatex.org/micte2006/pdf/23-30-A.pdf

[11] M. Koole, M. Ally, "A Model for Framing Mobile Learning," *Mobile Learning Transforming the Delivery of Educationand Training Athabasca University,* p.25+, 2009. [En línea]. Disponible: http://www.aupress.ca/books/120155/ebook/99Z_Mohamed_Ally_2009-MobileLearning.pdf

[12] The Economist Intelligence Unit, "The future of higher education: How technology will shape learning," *The Economist Intelligence Unit,* Octubre 2008. [En línea]. Disponible: http://www.nmc.org/pdf/Future-of-Higher-Ed-%28NMC%29.pdf

[13] Asociación Mexicana de Internet, "Hábitos de los Usuarios de Internet en México," *Asociación Mexicana de Internet*, Mayo 2009. [En línea]. Disponible: http://www.amipci.org.mx/estudios/temp/RESUMENEJECUTIVOEstudioAMIPCI2009UsuariosdeinternetFINAL-0334725001245691260OB.pdf

[14] S. R. Meneses, "Comunicaciones Móviles: Más allá de la 3G… la 4G," *Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica,* Diciembre 2007. [En línea]. Disponible: http://www.cice.com.mx/arts/Mas_alla_3G_Ricardo_Meneses_200207_CICE.pdf

[15] A. E. Hassan, R. C. Holt, "A Reference Architecture for Web Servers," *Proceedings of the Seventh Working Conference on Reverse Engineering (WCRE'00),* p. 150, 2000. [En línea]. Disponible: http://www.bauhaus-stuttgart.de/dagstuhl/HassanHolt.pdf

[16] N. Castellanos, "Tipología de los usos y las aplicaciones de los teléfonos móviles en los estudiantes de primer ingreso y último semestre de la Facultad de Ingeniería en la Universidad Autónoma de Baja California campus Ensenada," tesis de maestría, sin publicar.



Efraín Kantel Escobedo es Ingeniero en Computación por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) (2006). Actualmente es becario del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y estudiante de la Maestría en Tecnologías de Información y las Comunicaciones por la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales de la misma institución. Se interesa en las tecnologías de información y comunicaciones, principalmente en redes y seguridad.



Gerardo Tovar Ramos es Ingeniero en Electrónica por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) (2005). Actualmente es becario del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y estudiante de la Maestría en Tecnologías de Información y las Comunicaciones por la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales de la misma institución. Su interés se centra en la convergencia entre las tecnologías alambicas e inalámbricas para la colaboración remota a través de las redes de banda ancha.



Arturo Serrano Santoyo es Ingeniero en "Comunicaciones y Electrónica" por la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional y Doctor en Ciencias en Ingeniería Eléctrica por el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV). En 1981 recibió el Premio Nacional de Electrónica y Telecomunicaciones de la empresa ALCATEL y en 1985 el Premio de Telecomunicaciones de ERICSSON, ambos por sus contribuciones al desarrollo de las Telecomunicaciones en México y Latinoamérica. Es autor de los libros: Las Telecomunicaciones en Latinoamérica: Retos y Perspectivas (México Distrito Federal: Prentice-Hall, 2000) y La Brecha Digital: Mitos y Realidades (Mexicali, Baja California: Fondo Editorial de Baja California, 2003). En la actualidad es investigador en el Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE) y catedrático en la Universidad Autónoma de Baja California.